

Л. Е. Варшавский

Моделирование динамики цены на нефть при разных режимах развития рынка нефти

В статье рассматривается проблема моделирования динамики цены на нефть за последние три десятилетия. В связи с кардинальными изменениями на рынке обостряется необходимость выделения двух периодов: 1) 1980-е — конец 1990-х годов и 2) конец 1990-х годов — 2008 г. Построены 2 агрегированные модели, отражающие условия на рынке нефти и в экономике, сложившиеся в эти периоды: а) эконометрическая модель динамики показателей рынка нефти с доминирующим участником и б) макроэкономическая модель среднесрочного развития США, включающая блок формирования цены на нефть. Проведена оценка влияния возможных приоритетов монетаристской политики на динамику макроэкономических показателей США и цены на нефть. Обостряется необходимость дополнения макроэкономического анализа исследованием влияния высокого уровня цены на нефть на наиболее чувствительные к росту цен топливоякие отрасли и производства.

1. Введение

В связи с ориентацией с начала 1990-х годов отечественного экспорта на сырье и полуфабрикаты особую актуальность приобретает исследование перспектив изменения показателей товарно-сырьевых рынков. При этом важное значение имеет правильное понимание причинно-следственных связей, определяющих динамику цены на нефть, которая, в свою очередь, непосредственно влияет на цены других видов как экспортируемой, так и потребляемой внутри страны продукции.

Динамика цены на этот важнейший для энергетики, транспорта и химии ресурс характеризуется периодами резких подъемов и спадов, часто связанных с действием не только экономических, но и политических сил. Взаимопереплетение экономических, политических, геостратегических и природных факторов усиливает присущую будущему неопределенность, что чрезвычайно усложняет как анализ, так и моделирование и прогноз динамики ключевых показателей рынка нефти.

До второй половины 1980-х годов динамика цен на нефть была тесно связана со структурой мирового нефтяного рынка, на котором вначале доминировал международный нефтяной картель, состоявший из 7 крупнейших компаний («семь сестер»), а затем Организация стран — экспортеров нефти (ОПЕК). Со второй половины 1980-х годов, по мере увеличения масштабов фьючерсной торговли нефтью, и до конца 1990-х годов рыночная власть ОПЕК постепенно ослабевала. В текущем десятилетии из-за кризисных явлений в экономике США определяющее влияние на динамику цен на нефть оказывают спекулянты, все в большей степени расширяющие свое присутствие во фьючерсной и практически неконтролируемой электронной торговле нефтью.

Таким образом, в новейшей истории мирового рынка нефти можно выделить 2 периода:

- 1) частичная монополия, в которой доминирующим участником являлась ОПЕК (1980 г. — конец 1990-х годов);
- 2) спекулятивный бум, вызванный кризисными явлениями в экономике США (с конца 1990-х годов по настоящее время). Необходимость анализа и моделирования показателей рынка нефти для каждого из этих двух промежутков времени обусловлена как временным характером бума фьючерсной торговли, так и гигантским ресурсом ОПЕК, который может оказать решающее влияние на будущее развитие рынка нефти (на эту организацию приходится более 72% мировых доказанных запасов нефти).

В настоящей статье рассматривается проблема моделирования динамики мировых цен на нефть как в условиях частичной монополии, где доминирующим участником рынка является ОПЕК, так и в условиях подъема активности фьючерсной торговли, связанного, в свою очередь, с кризисными явлениями в экономике США. Построены 2 агрегированные модели:

- 1) эконометрическая модель динамики показателей рынка нефти с доминирующим участником, на основе которой исследуется поведение двух сторон: стран — членов ОПЕК (лидера) и независимых производителей нефти, представляющих другую сторону (последователя);
- 2) агрегированная макроэкономическая модель среднесрочного развития США, включающая блок формирования цен на нефть, уровни которых в последнее время в возрастающей степени определяются в результате фьючерсной торговли.

Проводится сравнительный анализ фактических и расчетных ключевых показателей рынка нефти в 1990-е годы, полученных на основе первой разработанной модели. Близость фактических и расчетных ключевых показателей рынка позволяет использовать модель для оценки «честной» цены на нефть.

Исходя из гипотезы о рациональном поведении Федеральной резервной системы (ФРС) и о сохранении сложившихся за последние 10–15 лет условий и правил, регулирующих действия участников фондового и товарных рынков, рассмотрены возможные варианты динамики цены на нефть и макроэкономических показателей, полученные с помощью второй модели. Несмотря на определенную условность проведенных расчетов из-за возможности изменения сложившихся связей между показателями в нынешний кризисный период, они тем не менее позволяют понять влияние различных параметров и приоритетов экономической политики на динамику показателей, а также оценить последствия доминирующей в США стратегии невмешательства государства в работу финансовых и товарных рынков.

Согласно расчетам, на уровень цены на нефть существенное влияние оказывают приоритеты монетаристской политики ФРС, связанные с первоочередным поддержанием уровня занятости или, наоборот, с таргетированием инфляции. Вместе с тем из расчетов по агрегированной монетаристской модели следует небесспорный вывод о том, что, например, американская экономика сможет в достаточно близкой перспективе выдержать весьма высокие уровни цены на нефть, примерно в 2 раза превышающие среднегодовой уровень цены в 2008 г. В связи с этим в статье делается вывод о необходимости дополнения макроэкономического анализа исследованием влияния цен на нефть на наиболее чувствительных к росту

цен топливоемкие отрасли (воздушный транспорт, автомобильный транспорт и др.). В работе использовались данные из [BP Amoco Statistical Review (1992–2001)] [BP Amoco Statistical Review (1992–2001)], и с сайта www.nymex.com.

2. Историческая динамика цен на нефть

2.1. Динамика цен на нефть до конца 1990-х годов

С конца XIX в. и до конца 50-х годов XX в. основная часть мировой добычи контролировалась международным нефтяным картелем. С целью предотвращения войны цен в 1928 г. 3 участника картеля из 7 заключили соглашение о разделе мирового рынка нефти и об основных правилах определения цен на нефть, а также регулирования объемов ее добычи. Впоследствии к ним присоединились оставшиеся 4 члена картеля.

До 1947 г. в качестве базы для определения мировой цены на нефть члены картеля использовали Мексиканский залив, в котором была сосредоточена добыча нефти мелкими американскими производителями с высокими издержками. В 1947 г. — в связи с перемещением центра мировой добычи на Ближний Восток, в качестве другой базы для расчета цен был признан Персидский залив. В соответствии с новой системой раздела рынка страны, расположенные к востоку от нейтральной точки, в которой с учетом транспортных расходов цены нефти-фоб из Мексиканского и Персидского заливов были равны (она располагалась в районе острова Мальта), снабжались нефтью с месторождений Ближнего Востока, а расположенные к западу от этой точки — из Мексиканского залива или Венесуэлы. С 1949 г. по начало 1970-х годов нейтральная точка находилась на восточном побережье США [Шевалье (1975)].

Господство международного нефтяного картеля продолжалось до конца 50-х годов XX в. К этому времени государства — экспортеры нефти, недовольные снижением крупнейшими нефтяными компаниями справочных цен (эти цены определяли роялти и налог на прибыль — основной доход государств-экспортеров), основали Организацию стран — экспортеров нефти — ОПЕК. В книге [Brown (1999)] отмечается, что формальный повод для создания ОПЕК был связан с неожиданным для руководства Саудовской Аравии снижением цен компанией «Экссон» на 10% в августе 1960 г., за которой последовали другие крупнейшие нефтяные компании, в частности, «Арамко» (снижение цен было вызвано поставками на западноевропейский рынок советской нефти). За решением «Экссон» последовало усиление попыток национализировать добывавшую саудовскую нефть компанию «Арамко», а также солидарные действия других стран — экспортеров нефти. В результате 9 сентября 1960 г. в Багдаде на встрече представителей 5 нефтедобывающих стран (Саудовской Аравии, Ирака, Ирана, Кувейта и Венесуэлы) была образована ОПЕК.

Основными целями новой организации явились координация и унификация нефтяной политики для защиты интересов стран-экспортеров, обеспечение стабилизации цен на мировом рынке нефти, эффективного и регулярного нефтеснабжения, а также справедливой отдачи от капитала для инвесторов в нефтяную промышленность. В начале 70-х годов страны ОПЕК провели унификацию налоговой политики, а с 1973 г. по середину 1980 г. — добились права устанавливать справочную цену на нефть. После национализации нефтяной промышленности и образования государственных нефтяных компаний в странах-членах ОПЕК произошло фактическое превращение справочных цен в официальные отпускные цены [Конопляник (2001)]. В 1974–1985 гг. ОПЕК устанавливала отпускные цены и поддерживала их за счет

изменения объемов производства. С 1986 г. по мере утверждения рынка разовых сделок и биржевого ценообразования члены ОПЕК для поддержания на приемлемом уровне цен стали реализовывать политику фиксации квот на добычу нефти. Некоторые аналитики [Lynch (2001)] обращают внимание на синхронность изменения ценовой политики ОПЕК с произошедшим в середине 1980-х годов снятием контроля над ценами на нефть и газ в США [Варшавский, Шор (1982)].

В целом если с 1947 по 1971 г. цены на нефтяном рынке формировались в основном, под влиянием регулярных внешнеторговых сделок, то в период с 1971 по 1986 г. — уже под влиянием устойчиво увеличивавшихся объемов разовых сделок. В 1983 г. началась фьючерсная торговля нефтью на Нью-Йоркской товарной бирже (NYMEX), на которой преимущественно заключаются сделки с «бумажной» нефтью [Конопляник (2000)].

Фьючерсная торговля нефтью вначале была сосредоточена в основном в трех центрах, в которых предлагаются три маркерных сорта нефти: на Нью-Йоркской товарной бирже (NYMEX), Международной нефтяной бирже (IPE) в Лондоне и Сингапурской международной товарной бирже (SIMEX). Маркерными сортами для этих бирж являются соответственно Западно-техасская нефть (WTI), нефть сорта Brent (Brent) и дубайская нефть. Если первый сорт нефти используется в основном на американском рынке, то сорт Brent является международным эталоном, для которого хорошо развита сеть спотовых, форвардных и фьючерсных рынков. По данным А. Конопляника, в 1996 г. ежесуточный объем операций на фьючерсном рынке нефти сортов Brent и Западный Техас составлял 143 млн барр./сут. при фактическом объеме их добычи 1,5 млн барр./сут. [Конопляник (2000)].

Во фьючерсной торговле выделяются как коммерческие участники, заинтересованные в стабильных ценах и страхующие себя от рисков с помощью механизмов хеджирования (путем осуществления форвардных и фьючерсных контрактов), так и спекулянты в виде инвестиционных, хеджевых и других фондов, «вытягивающие ренту из производителей с низкими затратами» и заинтересованные в нестабильности цен [Emerson (2000)]. В 1983–1997 гг. влияние спекулятивной составляющей в цене нефти было относительно небольшим. Вместе с тем, рост (в 1983–1989 гг.), а затем и стабилизация объемов фьючерсной торговли нефтью (в 1990–1997 гг. — в этот период объем фьючерсной торговли сорта нефти Западный Техас в среднем всего в 1,4 раза превышал годовой объем добычи нефти в мире) позволили странам-потребителям нефти в значительной мере нейтрализовать, хотя и не устранить, рыночную власть ОПЕК. После финансового кризиса в Юго-Восточной Азии в 1997–1998 гг. и падения цен на нефть в 1998 г. до уровня 1973 г., объемы фьючерсной торговли возросли. В 1999–2002 гг. цены вернулись к уровню начала 1990-х годов (рис. 1).

По мере возобновления роста масштабов фьючерсной торговли нефтью, некоторые исследователи, связанные с ОПЕК, уже в 2000 г. отмечали, что эта организация в краткосрочном периоде является ценополучателем (*price taker*), «продающим свой товар в соответствии с формулой цены, определяемой рынком» [Centre for Global Energy Studies (2000)]. Однако в средне- и особенно в долгосрочном плане ОПЕК вплоть до начала 2000-х годов оставалась доминирующим участником нефтяного рынка, на который приходилось свыше 41 всей добываемой в мире нефти и около 78% всех доказанных запасов нефти, но чья рыночная власть была ограничена действиями многих других производителей, действующих в основном, независимо друг от друга [Greene (1998)], [BP Amoco Statistical Review (1992–2001)].

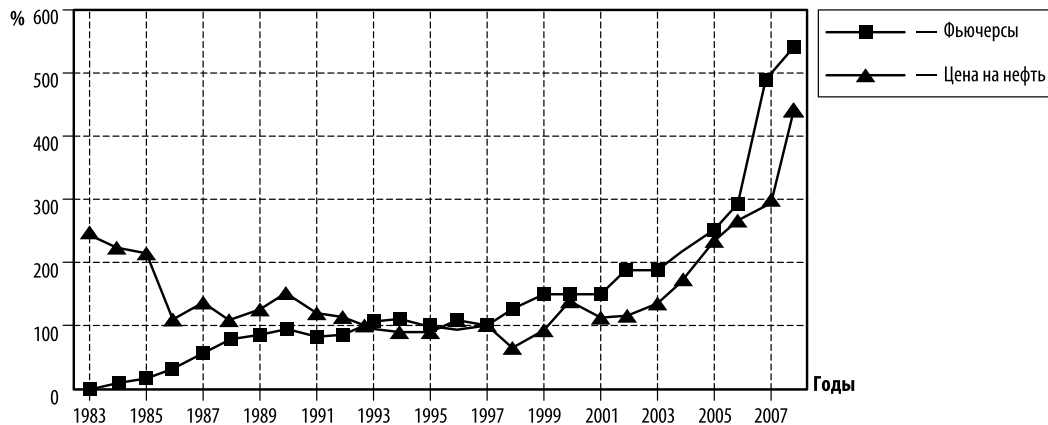


Рис. 1. Динамика среднесуточных объемов фьючерсной торговли западно-техасской нефти (WTI) на NYMEX и цены барреля нефти (1997 = 100).

Это давало основание при моделировании динамики показателей рынка нефти использовать общий подход к исследованию частичных монополий, развитый в начале XX в. Форхаймером [Шерер, Росс (1997)]. Иными словами, принималась гипотеза о том, что рынок нефти представляет собой частичную монополию с доминирующим участником в лице ОПЕК, страны — производители нефти, не входящие в ОПЕК, являются ценополучателями. Предполагалось, что поведение ОПЕК в средне- и долгосрочной перспективе подчинено цели максимизации критерия оптимальности (например, чистой текущей стоимости) [Berg, Kverndokk et al (1997)], [Варшавский (2003)].

Такой подход позволял получить объективные характеристики динамики нефтяного рынка, не подверженные влиянию краткосрочных внешних «шумовых» и «шоковых» воздействий, в частности, уровни «честной» цены нефти.

2.2. Динамика цен на нефть в начале XXI века

После краха американского фондового рынка, связанного с разрывом «интернетного пузыря» в конце 1990-х — начале 2000-х годов, развитие товарных рынков, особенно рынка нефти, во многом определяется состоянием мировой финансовой системы, а с недавнего времени и финансовым кризисом, перебросившимся из США в другие страны мира.

Начиная с 2001–2003 гг. на товарные рынки вошло значительное количество новых, некоммерческих игроков, стремящихся или компенсировать свои потери на рынке акций и других ценных бумаг (в первую очередь это хеджевые и инвестиционные фонды), или обеспечить стабильность доходов инвесторов (пенсионные фонды, аккумулирующие средства мелких инвесторов, различного рода эндаументы и др.). Рост некоммерческих участников рынка нефти и повышение активности фьючерсной, а также практически неконтролируемой электронной торговли привели к повышению волатильности цен за счет усиления спекулятивной составляющей рыночных сделок. Так, только на одной Нью-Йоркской товарной бирже объем фьючерсной торговли западно-техасской нефтью повысился с 2001 по 2008 г. в 3,6 раза (рис. 1). В 2008 г. на этой бирже объем сделок на фьючерсном рынке только сорта нефти Западный Техас составлял свыше 560 млн барр./сут., что почти в 7 раз превышало годовой объем добычи нефти в мире. Значительные объемы фьючерсной и электронной торгов-

ли нефтью сосредоточены и на Межконтинентальной бирже — Intercontinental Exchange (ICE). В 2006 г. объем неконтролируемой фьючерсной торговли западно-техасской нефтью на этой бирже по некоторым данным составлял 30% от общего объема фьючерсной торговли этого сорта нефти.

По мере разрастания ипотечного кризиса, начавшегося в июле 2006 г., снижения курса доллара и расширяющегося распространения финансовых деривативов (в первую очередь аналитики указывают на свопы от кредитных дефолтов — CDS) активность фьючерсных спекулянтов (не без поддержки других участников рынка) привела к рекордному росту цены на нефть (почти до 150 долл. за баррель в июне 2008 г.). В середине 2008 г. даже по оценке представителей ОПЕК, спекулятивная составляющая цены на нефть превышала 30% (по нашим оценкам, она составляла 65–75%; оценки получены на основе моделей, предложенных в [Варшавский (2003)], [Варшавский (2006)], см. также раздел 3).

Несомненно, на увеличение цены оказывает влияние и повышение объемов потребления нефти в новых индустриальных гигантах — таких, как Китай и Индия. Нельзя не отметить и роль ОПЕК, научившейся приспосабливаться к рыночной конъюнктуре (об этом, в частности, свидетельствует нежелание стран—членов картеля поддерживать необходимые пропорции между резервными и наличными добывающими мощностями; так, среднегодовая величина резервных добывающих мощностей этой организации в 2003–2007 гг. уменьшилась в 2 раза относительно среднегодового уровня 1990–2002 гг.). Следует также учитывать влияние несбалансированности перерабатывающих и добывающих мощностей по сортам нефти, природных катаклизмов (типа урагана «Катрина» и др.), нестабильной военно-политической ситуации в районах добычи нефти и вдоль трасс ряда стратегических нефтепроводов, колебаний курсов валют [Брагинский (2005)].

Однако при сохранении сложившихся за период 2000 г. — первое полугодие 2008 г. тенденций спекулятивная составляющая, по-видимому, могла бы остаться доминирующей в кратко- и среднесрочной перспективе. В связи с этим особый интерес представляет анализ взаимосвязи развития рынка нефти и экономики США, которые с начала 1990-х годов создали благоприятные условия для привлечения капитала со всего мира, а с начала XX в. — и для невиданных ранее крупномасштабных спекуляций на ипотечном и товарных рынках.

3. Моделирование динамики показателей рынка нефти в 1980-х — конце 1990-х годов

В настоящем разделе рассматривается подход к исследованию динамики показателей рынка нефти, основанный на использовании агрегированной модели, в которой рассматривается поведение двух сторон: стран-членов ОПЕК (лидера) и независимых производителей нефти, представляющих другую сторону (последователя).

Модель состоит из следующих блоков:

- 1) динамики цен на нефть;
- 2) динамики добычи нефти и бурения скважин в странах, не являющихся членами ОПЕК;
- 3) развития мощностей и добычи нефти в странах ОПЕК.

В первом блоке цена на нефть p_t связывается с объемом спроса на нефть D_t с помощью операторной зависимости:

$$p_t = A_p(D_t), \quad (1)$$

При этом предполагается, что соблюдается баланс между спросом и производством

$$D_t = Q_{\text{ОПЕК}_t} + Q_{\text{не ОПЕК}_t},$$

где $Q_{\text{ОПЕК}_t}$ и $Q_{\text{не ОПЕК}_t}$ — объемы добычи в странах ОПЕК и в остальных странах соответственно;
 $A_p(D_t)$ — определяемый в ходе исследования оператор вида;

$$A_p(D_t) = A_{p_0} D_t + B_{0_t},$$

где A_{p_0} — линейный оператор;
 B_{0_t} — функция времени.

Блок динамики добычи нефти и бурения скважин в странах, не являющихся членами ОПЕК, описывает связь объема добычи в этих странах с ценой на нефть с помощью линейного оператора $A_Q^{\text{не ОПЕК}}$:

$$Q_{\text{не ОПЕК}_t} = A_Q^{\text{не ОПЕК}} p_t. \quad (2)$$

В силу относительной малости объемов добычи каждого из производителей, не входящих в ОПЕК, по сравнению с общей добычей ОПЕК все они могут быть отнесены к категории ценополучателей-последователей. Поэтому для этой категории производителей имеет место связь типа (2). Операторные соотношения (1), (2) можно привести к следующему соотношению, устанавливающему связь между объемом добычи нефти в ОПЕК и ценой на нефть:

$$p_t = (E - A_{p_0} A_Q^{\text{не ОПЕК}})^{-1} (A_{p_0} Q_{\text{ОПЕК}_t} + B_{0_t}), \quad (3)$$

где E — единичный оператор.

Блок развития мощностей и добычи нефти в странах ОПЕК характеризует связь между числом завершенных (пробуренных) в году t нефтяных скважин ($n_{\text{ОПЕК}_t}$) и мощностью нефтедобычи в ОПЕК — Cap_t :

$$Cap_t = A_n^{\text{ОПЕК}} n_{\text{ОПЕК}_t}, \quad (4)$$

где $A_n^{\text{ОПЕК}}$ — оператор. Конкретными формами операторов A_p , $A_Q^{\text{не ОПЕК}}$, $A_n^{\text{ОПЕК}}$, используемыми в работе, являются построенные по реальным данным о показателях мирового рынка нефти за 1980–1990-е гг. распределенные запаздывания и модели АРСС первого и второго порядков, рассмотренные в [Варшавский (2003)].

В связи с тем что практически во всех странах — членах ОПЕК добыча нефти осуществляется государственными компаниями, а доля иностранных производственных инвестиций в нефтедобыче невелика, в модели принимается допущение о том, что рациональная стратегия среднесрочного развития ОПЕК определяется в результате решения задачи максимизации чистой текущей стоимости (NPV):

$$J = \sum_{t=0}^{T_f} (1+r)^{-t} [(p_t - c_t) Q_{\text{ОПЕК}_t} - c_m (Cap_t - Q_{\text{ОПЕК}_t}) - i_{\text{ОПЕК}} n_{\text{ОПЕК}_t}] \rightarrow \max \quad (5)$$

при ограничениях (3)–(4), а также с учетом неравенств:

$$Q_{\text{ОПЕК}_t} \leq C \text{ар}_t, \quad (6)$$

$$\omega_{\min} n_{\text{ОПЕК}_t-1} \leq n_{\text{ОПЕК}_t} \leq \omega_{\max} n_{\text{ОПЕК}_t-1}, \quad (7)$$

где c_t — эксплуатационные затраты на добычу;

C_m — расходы, связанные с поддержанием в рабочем состоянии избыточных мощностей;

$i_{\text{ОПЕК}}$ — удельные капитальные затраты в расчете на одну пробуренную скважину;

r — ставка дисконтирования;

ω_{\min} и ω_{\max} — нижнее и верхнее ограничения на величину темпа роста пробуренных скважин;

T_f — продолжительность периода прогнозирования (введение ограничения (7) обусловлено необходимостью предотвращения резких колебаний искомой переменной $n_{\text{ОПЕК}_t}$, характерных при малых значениях ставки дисконтирования).

Управляющими переменными в модели являются добыча нефти в странах ОПЕК $Q_{\text{ОПЕК}_t}$ (или ее прирост u_t), а также количество завершаемых в странах-членах этой организации скважин $n_{\text{ОПЕК}_t}$.

С целью апробации разработанной модели проводились расчеты показателей структуры мирового рынка нефти на 1990-е — начало 2000-х годов. Так, при расчетах на основе модели (1)–(7) и использовании в качестве базового — 1990 г., были получены траектории цены на нефть, близкие к фактическим (средняя за период величина модуля относительной ошибки отклонения составила 3,1%, рис. 2). Хорошее соответствие расчетных и фактических показателей было зафиксировано и при использовании в качестве базовых — других моментов времени. Это свидетельствует о том, что гипотеза о рациональном поведении ОПЕК в условиях частичной монополии в 1990-х годах имеет право на существование.

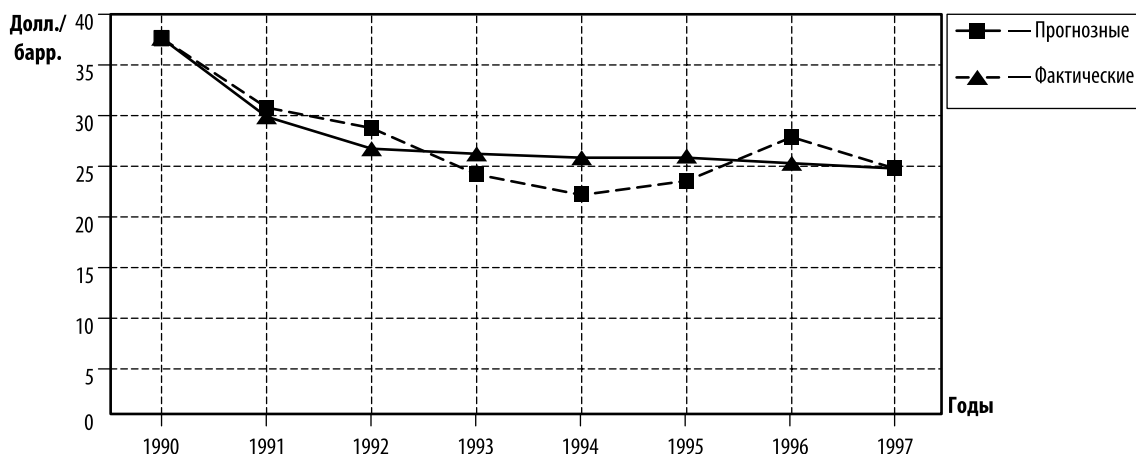


Рис. 2. Ретроспективные прогнозы цены на нефть на основе построенной модели (базовый — 1990 г.)

В то же время построенная агрегированная эконометрическая модель (3)–(7) позволила определить уровни «честной» цены нефти, т. е. цены, характерной для условий частичной монополии, существовавшей в 1990-х годах, когда имел место определенный баланс между фундаментальными факторами, присущими рынку, и спекулятивной активностью во фьючерсной торговле. Так, по нашим расчетам, в 2007 г. уровень «честной» цены нефти составлял 37 долл. за баррель, или около 50% от фактической среднегодовой цены на нефть. В 2008 г.,

по оценкам, полученным на основе разработанных нами моделей, спекулятивная составляющая цены на нефть составляла 65–75% от ее величины.

4. Моделирование динамики цен на нефть в 2000-х гг.

4.1. Влияние экономики США на динамику цен на нефть

Несмотря на стремительные темпы роста экономик развивающихся стран, США все еще обладают крупнейшим в мире экономическим потенциалом. Эта страна является также крупнейшим потребителем и импортером нефти (на нее приходится около 24% объема потребляемой и 25% импортируемой в мире нефти [BP Statistical Review (2008)]). Хотя экономика Китая развивается существенно более высокими темпами роста, доля США в общемировом приросте импорта нефти за 2000–2007 гг. (17,3%) ненамного уступала китайской (28,4%, табл. 1). При этом необходимо иметь в виду, что в объем импортируемой Китаем нефти входит и нефть, добываемая китайскими государственными компаниями в некоторых странах Африки и в других регионах мира, которая поставляется по ценам, устанавливаемым в долгосрочных контрактах [Clarke (2007)]. В связи с этим ссылки многих аналитиков на решающую роль роста потребления Китая в увеличении цен на нефть в 2000–2007 гг. представляются малоубедительными.

Таблица 1

Объем импорта сырой нефти, млн баррелей в сутки

	2000 г.	2002 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Прирост за 2000– 2007 гг.	Доля в приросте, %
США	8932	9047	10 038	10 055	10 096	10 073	1 141	17,3
Китай	1408	1394	2457	2552	2928	3277	1869	28,4
Другие страны	22 919	23 030	24 654	25 251	25 786	26 486	3567	54,2
Всего в мире	33 259	33 471	37 149	37 859	38 810	39 836	6577	100,0

В результате принятия в США после 2000 г. ряда законодательных актов, способствовавших притоку в страну капитала и облегчивших доступ инвестиционным банкам, инвестиционным компаниям и различного рода фондам к фьючерсной торговле, а также открытию неконтролируемой электронной торговли нефтью на площадке ICE создались условия, при которых годовые темпы прироста цены на нефть оказались достаточно сильно коррелированными с темпами прироста американского ВВП (коэффициент корреляции за 2000–2007 гг. составил 0,926).

Следует отметить, что обычно биржевые аналитики обосновывают изменение цен на нефть их связью с изменениями общемирового ВВП. Действительно, за достаточно длительные периоды времени имеет место более сильная корреляция годовых темпов прироста цены на нефть именно с темпами прироста общемирового ВВП, а не американского ВВП (за 1990–1999 гг. коэффициенты корреляции были равны соответственно 0,514 и 0,137). Однако в 2000–2007 гг. под влиянием сложившихся в финансовой системе США условий связь темпов прироста цены на нефть с темпами прироста ВВП США была существенно более тесной

(коэффициенты корреляции составляли соответственно 0,686 и 0,926). За счет этого меры статистической связи линейной регрессии вида:

$$Poil_t = a \cdot gdp_t + b, \quad (8)$$

между темпами роста цен на нефть $Poil_t$ и ВВП gdp_t США имеют более высокие значения, чем для регрессии между темпами роста цен на нефть и общемирового ВВП (табл. 2, под значениями оценок параметров указаны оценки их среднеквадратических отклонений).

Таблица 2

Оценки параметров линейной регрессии (1)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i> ²
США	0,206 (0,034)	–0,350 (0,093)	0,857
Мир	0,142 (0,062)	–0,408 (0,259)	0,470

Полученные результаты показывают, что динамика цен на нефть за прошедшее десятилетие во многом определялась движением американского ВВП. Несомненно, в перспективе, по мере реформирования финансовой системы в направлении больших прозрачности и степени регулирования фондового и товарных рынков, связь между показателями $Poil_t$ и ВВП (gdp) усложнится¹. Другим фактором, способным повлиять на характер связи между данными показателями, может стать переход финансового кризиса в затяжной экономический.

Следует учитывать и то, что процесс реформирования финансовой системы может занять длительное время, в течение которого может сохраняться определенная инерционность связей между ключевыми экономическими показателями. Поэтому важным этапом, предваряющим формирование сценариев изменения цены на нефть на кратко- и среднесрочную перспективу, служит эконометрическое и имитационное моделирование взаимосвязи динамики цены на нефть и динамики макроэкономических показателей США, обладающих наиболее мощной финансовой системой и являющихся лидером мировой экономики. С этой целью в настоящей статье разработана агрегированная макроэкономическая модель среднесрочного развития США.

4.2. Монетаристская макроэкономическая модель среднесрочного развития США

Основными задачами Федеральной резервной системы (ФРС) — главного органа, ответственного за формирование и реализацию макроэкономической политики в США, являются обеспечение максимальной занятости и обеспечение стабильных цен (эти цели имеются в виду при использовании термина *dual mandate*) [Mishkin (2007)]. Решение этих задач осуществляется путем регулирования величин процентных ставок. Одним из базовых инструментов регулирования является ставка рефинансирования (*federal funds rate*), являющаяся барометром для участников глобализированных фондовых и товарных рынков.

¹ В 2008 г. она нарушилась из-за финансового кризиса и вызванной им судорожной игры на фьючерсном рынке спекулянтов вначале на повышение, а затем на понижение цен.

Начиная с 1980-х годов, особое внимание макроэкономистов-исследователей и ФРС уделялось таргетированию инфляции (*inflation targeting*) и стабилизации темпов прироста ВВП. Таргетирование инфляции стало основой монетаристской политики развитых стран с конца 1980-х-начала 1990-х годов. В постиндустриальных странах с продвинутыми рыночными отношениями и рыночной инфраструктурой реализация этого подхода позволила существенно снизить инфляцию (с 8–10% и более до 2–3% в год). В ближайшие годы возможен переход на систему таргетирования инфляции и в нашей стране.

Для обоснования эффективности таргетирования инфляции в 1990-х годах были разработаны простые модели монетаристской политики, основанные на использовании модифицированной кривой Филипса, уравнения агрегированного спроса и целевой функции Центробанка, имеющей вид суммы квадратов отклонений величин инфляции и объемов ВВП (или темпов прироста ВВП) от заданных значений. В качестве управляющей переменной в модели использовалась ставка рефинансирования (см., например, [Debelle (1999)]).

В связи с тем что широко использовавшиеся в 1990-х годах упрощенные модели, состоящие из двух разностных уравнений первого порядка, не позволяют отразить сложную динамику процессов и ключевых макроэкономических показателей с середины 1990-х годов по настоящее время, автором построена более развернутая эконометрическая, монетаристская, макроэкономическая модель среднесрочного развития США, включающая следующие блоки:

- блок оценки темпов роста ВВП;
- блок оценки инфляции;
- блок оценки цены на нефть;
- блок оценки объемов фьючерсной торговли.

Динамика показателей первых трех блоков моделируется с помощью затухающих осцилляторов (колебательных звеньев второго порядка).

$$y_{it} = \frac{b_{i1}z + b_{i2}}{z^2 + 2\mu_i z + (\mu_i^2 + r_i^2)} y_{jt} + \sum_{k \neq i, j} c_{ki} y_{kt} + d_i + \zeta_{it}, i = 1, 2, 3, \quad (9)$$

где $b_{i1}, b_{i2}, c_{ki}, f_i, \mu_i, r_i$ — параметры;

z — оператор сдвига ($zx_t = x_{t+1}$);

d_i — постоянные члены;

ζ_{it} — шоковое воздействие, $i \neq j, i = 1, 2, \dots, n$ (n — число блоков);

u_t — управляющая переменная (ставка рефинансирования — federal funds rate).

Входными переменными для каждого из блоков являются выходные переменные ряда других блоков y_{jt}, y_{kt} , а также ставка рефинансирования (или ее прирост).

Оценивание параметров первых трех блоков проводилось на основе нелинейного метода наименьших квадратов с ограничениями, вытекающими из фундаментальных положений экономической теории (отражающих, например, то, что при прочих равных условиях увеличение ставки рефинансирования приводит в долгосрочном плане к уменьшению темпов прироста ВВП; аналогично увеличение темпов прироста ВВП приводит к увеличению темпов прироста цен и др.; см. подробнее, например, [Blanchard O. J., Fisher S. (1993)]).

Разработанная эконометрическая модель может быть сведена к задаче линейно-квадратического уравнения [Квакернаак, Сиван (1977)]:

$$X_{t+1} = AX_t + bu_t + G + \xi_t, \quad (10)$$

$$y_t = CX_t + g, \quad t = 1, 2, \dots \quad (11)$$

с критерием

$$J = \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^{\infty} (y_t - y_{dt})' Q (y_t - y_{dt}) + \rho u_t^2 \right] \rightarrow \min_{u_t}, \quad (12)$$

где X_t — вектор состояния (промежуточных переменных);

y_t — вектор управляемых переменных (включая: темп прироста ВВП; показатель инфляции, исчисляемый на основе одного из индексов: цен на потребительские товары (CPI), потребительских расходов (PCE), дефлятора ВВП; темп роста цены на нефть; темп роста объемов фьючерсной торговли и др.);

y_{dt} — вектор заданных уровней управляемых переменных;

A — матрица состояния;

C — выходная матрица;

G, g — векторы постоянных возмущений;

ξ_t — шоковое воздействие, связанное с ζ_t в (9);

$Q \geq 0$ — неотрицательно определенная матрица;

$\rho > 0$ — положительный параметр;

' — знак транспонирования матрицы (вектора).

4.3. Результаты расчетов на основе модели

Разработанная модель (10)–(12) использовалась для оценки влияния возможных приоритетов монетаристской политики на динамику макроэкономических показателей США и цены на нефть. При проведении имитационных расчетов на среднесрочную перспективу (2009–2014 гг.) использовался частный критерий типа (12), широко применяемый в исследованиях (см., например, [Debelle (1999)]):

$$J = \frac{1}{2} \left[\sum_{t=0}^{\infty} \lambda (gdp_t - gdp_{dt})^2 + (1 - \lambda) (\pi_t - \pi_{dt})^2 + \rho u_t^2 \right] \rightarrow \min_{u_t}, \quad (12a)$$

где gdp_t, gdp_{dt} — расчетные и желаемые значения темпов прироста ВВП;

π_t, π_{dt} — расчетные и желаемые значения индексов инфляции;

u_t — прирост ставки рефинансирования;

T — период планирования;

λ — коэффициент, характеризующий приоритеты ФРС, $0 < \lambda < 1$;

ρ — весовой коэффициент, $\rho > 0$.

Очевидно при $\lambda = 1$ цель ФРС состоит в обеспечении желаемых темпов роста экономики и соответственно занятости; при $\lambda = 0$ приоритетом ФРС является обеспечение желаемых уровней инфляции.

В работе исследовалось влияние различных значений весового коэффициента λ на динамику экономического роста, инфляции и цены на нефть. Расчеты на основе модели проводились отдельно для каждого из широко используемых на практике индексов (цен на потреби-

тельные товары — CPI, Core CPI; потребительских расходов — PCE, Core PCE; дефлятора ВВП) на основе специально построенных блоков оценки инфляции. В расчетах принималось, что, желаемое значение темпа прироста ВВП gdp_{dt} составляет 4%, а инфляции — 2%.

Несмотря на определенную условность проведенных расчетов из-за возможности изменения сложившихся связей между показателями в нынешний кризисный период, они, тем не менее, позволяют понять влияние различных параметров и приоритетов экономической политики на динамику показателей, а также оценить последствия доминирующей в США стратегии невмешательства государства в работу финансовых и товарных рынков.

Особенности модели

Характерная особенность системы (10)–(11) состоит в ее неустойчивости и сильной степени колебательности (максимальные по модулю полюса исходной системы, т. е. характери-

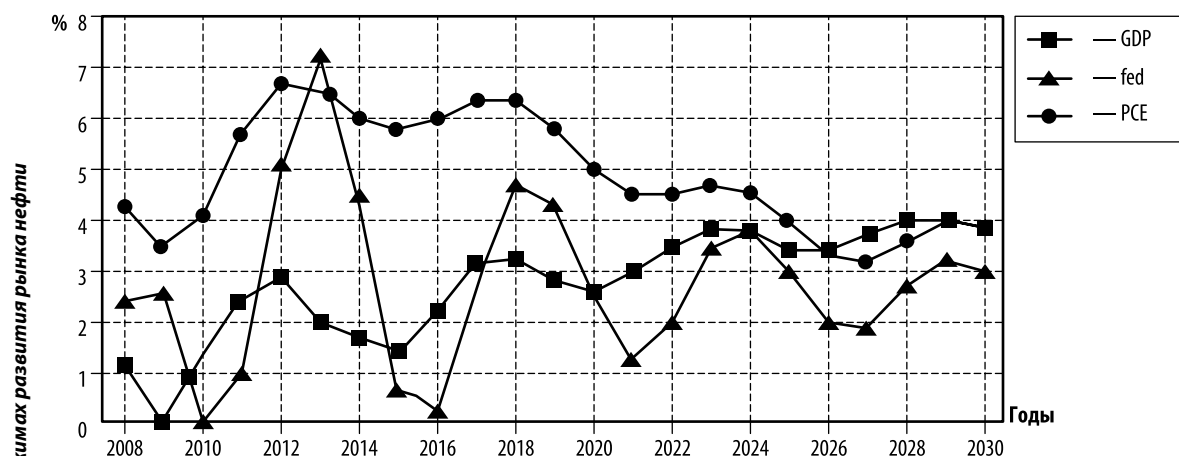


Рис. 3. Типичная динамика макроэкономических показателей США при расчете на основе модели (10)–(12)

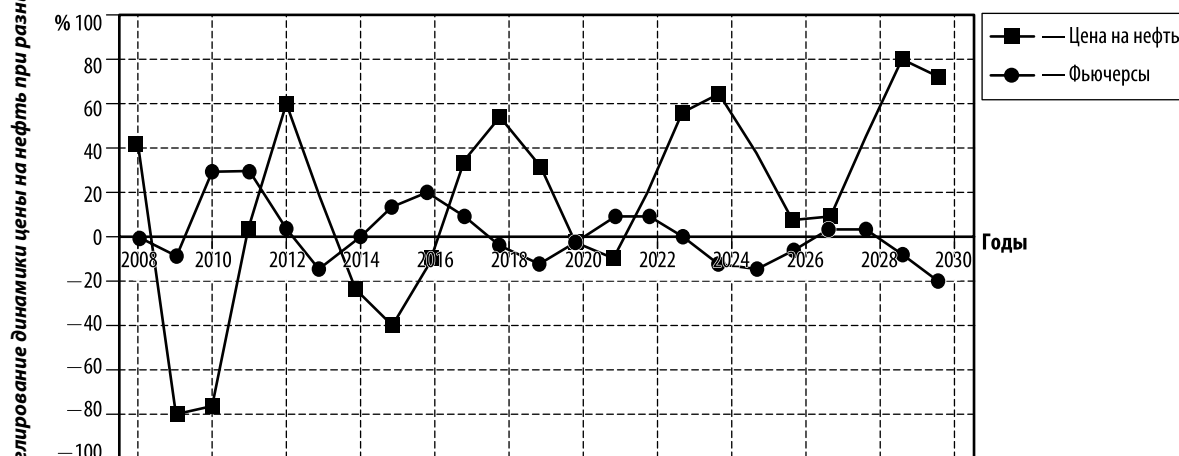


Рис. 4. Типичная динамика темпов прироста цены на нефть и объемов фьючерсной торговли при расчете на основе модели (10)–(12)

стические числа матрицы A , составляют $0,4310 \pm 0,9764j$, где j — мнимая единица), что при использовании критерия (12а) затрудняет поиск закона управления, обеспечивающего монотонное изменение показателей и их быстрое приближение к желаемым уровням. Об этом свидетельствует вид кривых на рис. 3 и 4, соответствующих $\lambda = 0,9$. Продолжительность переходного периода, в течение которого темпы прироста ВВП стабилизируются на уровне 4%, составляет более 20 лет. Показатели испытывают колебания с периодом 5,5 года (доминирующие полюса оптимальной системы составляют $0,3809 \pm 0,8481j$) (рис. 3).

Другая особенность модели — высокая чувствительность уровней цены на нефть к изменениям темпов экономического роста и ставки рефинансирования. Об этом свидетельствуют результаты расчетов при разных вариантах динамики шоковых воздействий ζ_{it} , характеризующих глубину экономического кризиса, и при различных значениях параметра λ , отражающего приоритеты монетаристской политики (рис. 4).

Влияние глубины экономического кризиса на динамику показателей

На рис. 5, 6 представлены результаты расчетов уровней цены на нефть и ВВП США для двух вариантов шоковых воздействий на ВВП, отличающихся в 2009–2010 гг.: относительно слабого (Easy) и относительно сильного (Deep). В данном примере в блоке оценки уровней инфляции использован индекс PCE. В соответствии с проведенными расчетами, после периода снижения цены на нефть, обусловленного резким снижением темпа прироста фьючерсной торговли в 2008 г. относительно 2007 г. из-за нехватки ликвидности у спекулянтов, а также темпов прироста ВВП в 2008–2009 гг., начиная с 2011 г. и до 2014 г. будет происходить ее повышение. Разница в значениях цены в 2014 г. для двух вариантов глубины экономического кризиса превысит 110 долл. за баррель (рис. 5).

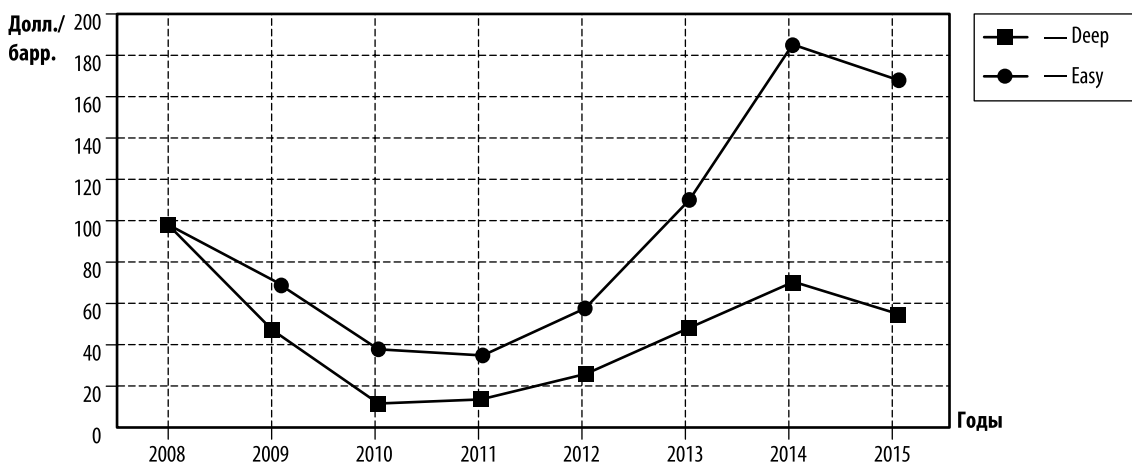


Рис. 5. Влияние глубины экономического кризиса на динамику цены на нефть, долл./барр.

Интересно отметить, что такое различие связано лишь с разными темпами прироста ВВП в период до 2010 г. После 2011 г., в соответствии с расчетами, динамика темпов прироста ВВП для двух вариантов будет практически совпадать (рис. 6).

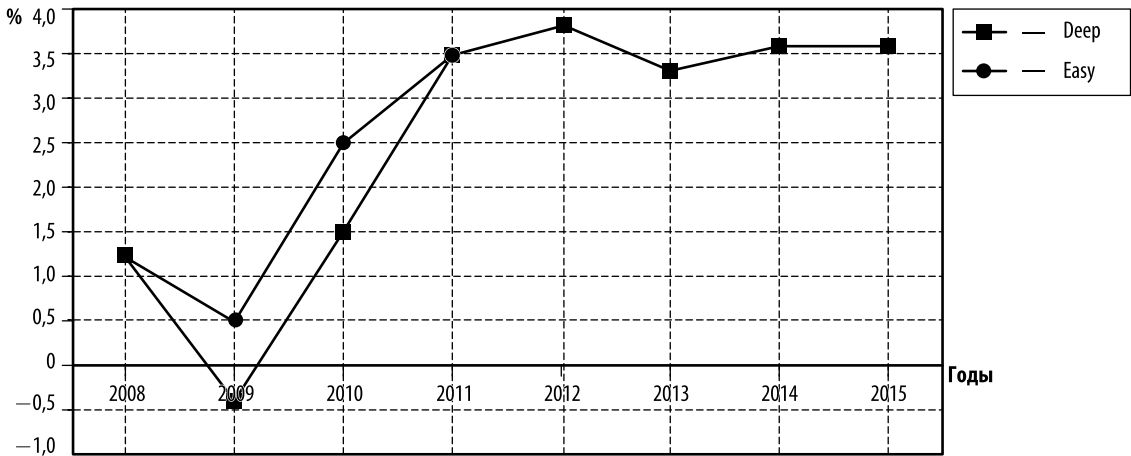


Рис. 6. Влияние глубины экономического кризиса на динамику ВВП США

Оценка влияния возможных приоритетов монетаристской политики на динамику показателей

Существенное влияние на динамику показателей оказывают значения параметра λ , отражающего приоритеты монетаристской политики (на рис. 7–9 представлены результаты расчетов на основе модели (10)–(11), (12а), включающей в качестве показателя инфляции индекс потребительских расходов PCE, в случае слабого варианта экономического кризиса (Easy)).

Как показывают расчеты, акцентирование внимания ФРС на росте ВВП (что отражается принятием в критерии (12а) больших значений λ) вместе с тем может приводить к более высоким темпам роста экономики и уровням цены на нефть. Следствием уменьшения значения параметра λ (усиление внимания к подавлению инфляции) может быть снижение темпов прироста ВВП и резкое падение уровней цены на нефть. Достижимый при этом выигрыш в снижении инфляции не является значимым (за 2009–2014 гг. он составляет не более 1%, рис. 9).

Близкий характер динамики цены на нефть получен при включении в блок инфляции, вместо индекса PCE, — широко используемого ФРС США корневого индекса потребительских расходов Core PCE, в который не входят расходы на энергию и питание. Интересно, что, в соответствии с расчетами по модели (10)–(12), ориентация ФРС на рост ВВП не должна приводить до 2012 г. к росту Core PCE. В то же время даже существенное уменьшение параметра λ крайне незначительно влияет на уровни этого индекса, который может даже снижаться до 2010–2011 гг. (см. рис. 10, 11). По-видимому, этим в последние месяцы обусловлена смена позиции ряда руководителей ФРС США, ориентировавшихся ранее на таргетирование инфляции.

Расчеты показывают, что замена в блоке оценки инфляции индекса PCE на индексы CPI и дефлятора ВВП также не приводит к существенному изменению характера динамики цены нефти в ближайшей перспективе (до 2013–2015 гг.). О возможности существенного роста цен на нефть после периода их более низких, чем в 2008 г., уровней свидетельствуют результаты расчетов на основе более простой модели, состоящей из блоков оценки темпов роста ВВП и инфляции, а также упрощенной зависимости (8) (см. рис. 12, 13).

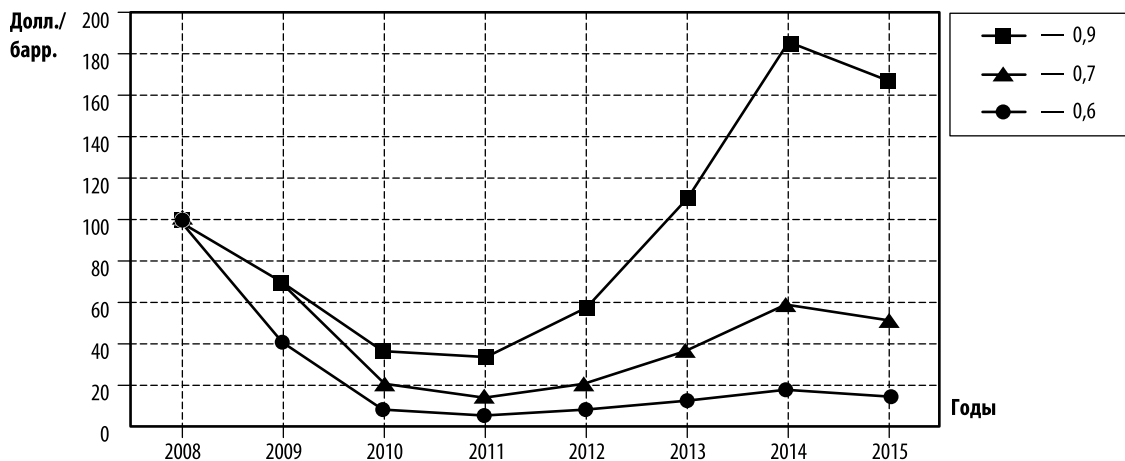


Рис. 7. Влияние параметра λ на динамику цены на нефть

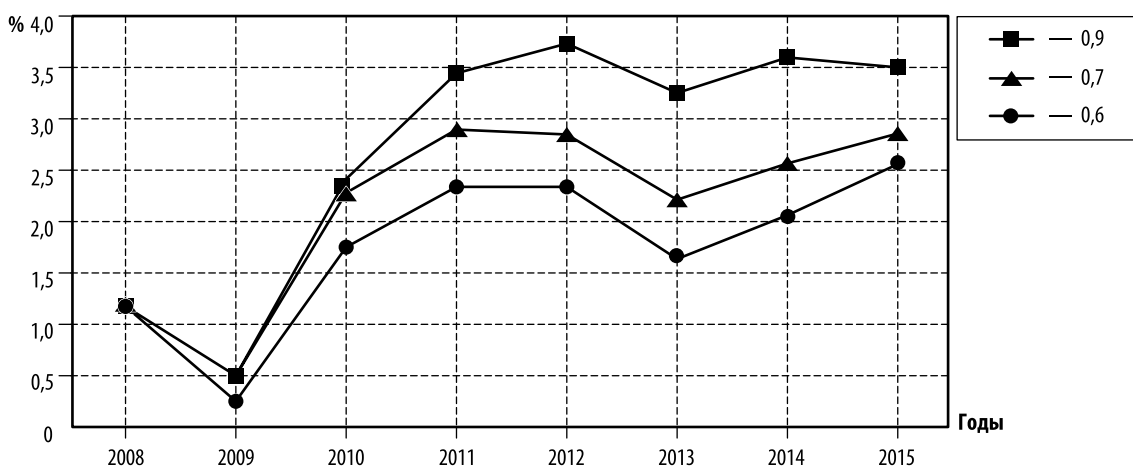


Рис. 8. Влияние параметра λ на динамику ВВП США

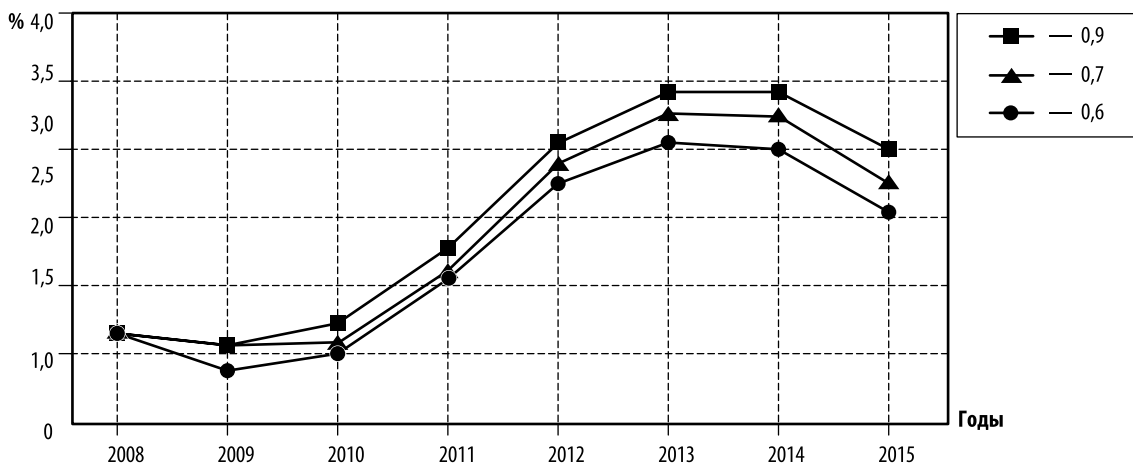


Рис. 9. Влияние параметра λ на динамику индекса РСЕ

№ 1(13) 2009

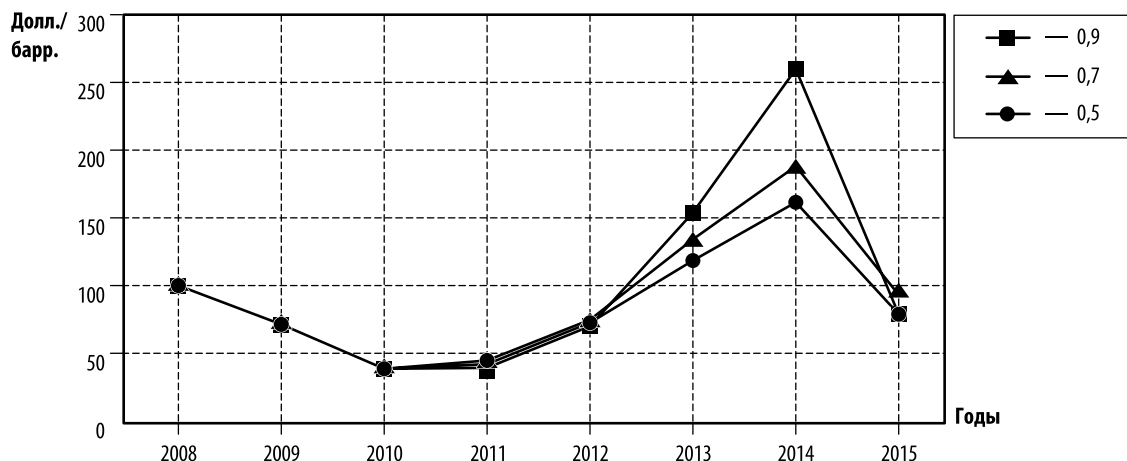


Рис. 10. Влияние параметра I на динамику цены на нефть при включении в блок инфляции индекса Core PCE

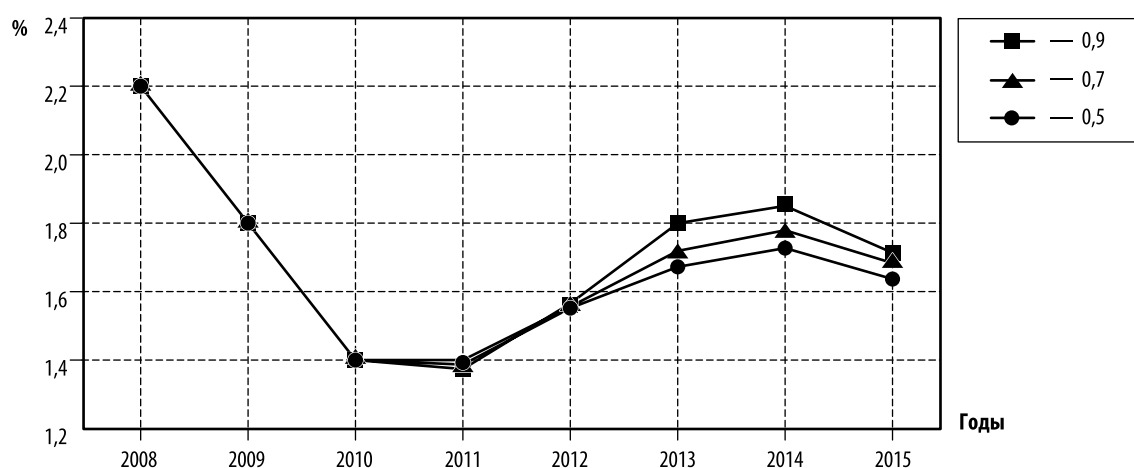


Рис. 11. Влияние параметра λ на динамику индекса Core PCE

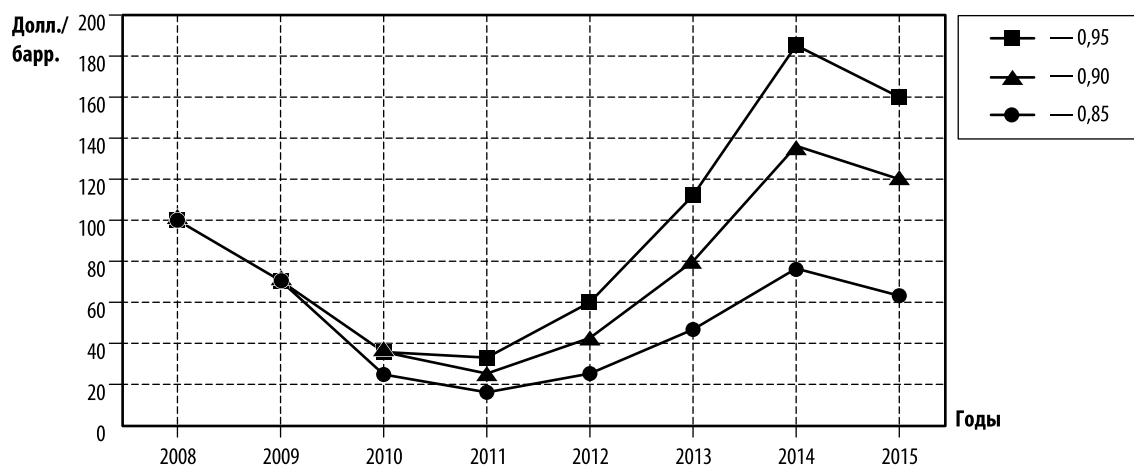


Рис. 12. Влияние параметра λ на динамику индекса CPI

Моделирование динамики цены на нефть при разных режимах развития рынка нефти

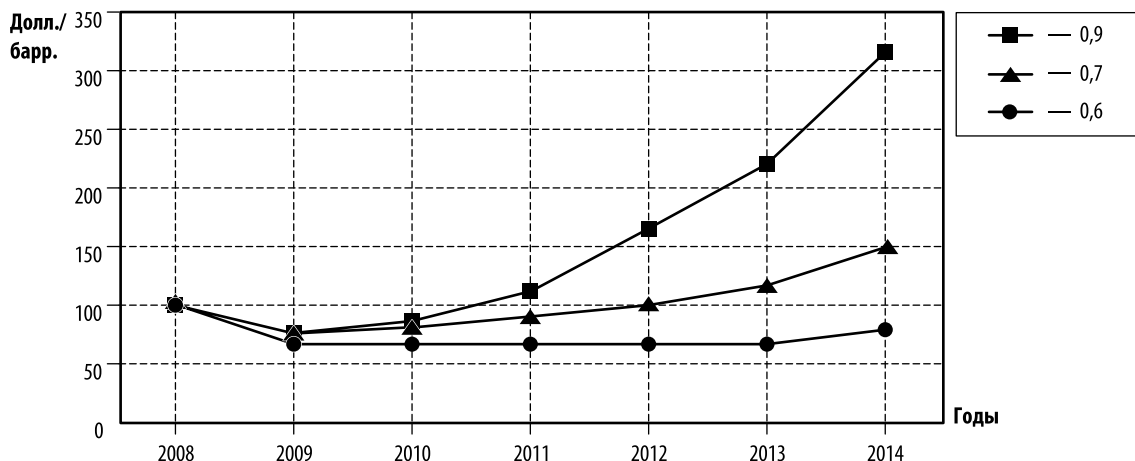


Рис. 13. Влияние параметра λ на динамику индекса РСЕ при использовании упрощенной зависимости (8)

Поэтому макроэкономический анализ должен быть дополнен исследованием влияния уровней цены на нефть на наиболее чувствительные к росту цены топливемких отраслей и производства (например, воздушный, водный и автомобильный транспорт, сельское хозяйство и др.). Так, в статье [Варшавский, (2007)] на основе разработанной модели в виде динамической игры рассматривались масштабы влияния цен на топливо на перспективы развития рынка авиапассажироперевозок США. Как показали расчеты на среднесрочную перспективу (2008–2015 гг.), даже при сохранении цен на сырую нефть и авиационный керосин на уровне 2006–2007 гг. и сложившихся к началу 2007 г. тарифов на авиабилеты, крупным авиакомпаниям становится невыгодно наращивать объемы пассажирооборота и увеличивать парк самолетов [Варшавский (2007)].

События первого полугодия 2008 г. подтвердили этот вывод. Так, убытки только американской гражданской авиации в прошлом году, по некоторым оценкам, превышают 5 млрд долл. В связи с резким увеличением цен авиационного керосина участились случаи банкротства не только зарубежных, но и крупных отечественных авиакомпаний. Лишь столь же резкое снижение цены на нефть в сентябре-октябре 2008 г. смогло предотвратить развал этой, а также ряда других жизненно важных отраслей транспорта.

Заключение

Разработанные агрегированные модели достаточно адекватно описывают динамику показателей мирового рынка нефти в течение двух выделенных периодов времени. Монетаристская макроэкономическая модель среднесрочного развития США позволяет провести содержательное исследование взаимосвязи макроэкономических показателей и цены на нефть.

В настоящее время ни ФРС, ни другие центральные банки не обладают полной системой рычагов регулирования, необходимой для оздоровления экономики. Для обеспечения устойчивого развития глобализированной экономики необходимо создать архитектуру государственного и наднационального регулирования финансовых и товарных рынков.

В сложившихся условиях при формировании сценариев изменения уровней цены на нефть необходимо использовать как макро-, так и микромодел, описывающие динамику ключевых показателей топливоекмх отраслей.

Список литературы

- Брагинский О. Б. Цены на нефть и экономика // *Концепции*. 2005. № 2(16). С. 8–27.
- Варшавский Л. Е., Шор Л. Д. Техничко-экономический анализ развития газовой промышленности США. Обзорная информация. М.: ВНИИЭгазпром, 1982. Вып. 11. (Экономика, организация и управление в газовой промышленности).
- Варшавский Л. Е. Исследование инвестиционных стратегий фирм на рынках капитало- и наукоемкой продукции (производственные мощности, цены, технологические изменения). М.: ЦЭМИ РАН, 2003.
- Варшавский Л. Е. Проблемы формирования инвестиционных стратегий доминирующих фирм // *Концепции*. 2006. № 1 (17). С. 32–43.
- Варшавский Л. Е. Моделирование рационального поведения потребителей высокотехнологичной продукции с длительным жизненным циклом. Труды 30-й юбилейной Международной научной школы-семинара имени академика С. С. Шаталина «Системное моделирование социально-экономических процессов». 2007. (27 сентября по 1 октября). Руза: Изд.-полиграфич. центр Воронежского гос. ун-та. 2007. Ч. 1. С. 53–57.
- Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. М.: Мир, 1977.
- Конопляник А. Куда исчезли справочные цены // *Нефть России*. 2000. № 7. С. 76–80.
- Конопляник А. Силовые меры в России привычнее // *Нефть и капитал*. 2001. № 4. С. 22–26.
- Шевалье Ж.-М. Нефтяной кризис. М.: Прогресс, 1975.
- Шерер Ф. М., Росс Д. Структура отраслевых рынков. М.: Инфра-М, 1997.
- Berg E., Kverndokk S., Rosendahl K. E. Gains from Cartelization of the Oil Market // *Energy Policy*. 1997. V. 25. № 13. P. 1075–1091.
- Blanchard O. J., Fisher S. Lectures on Macroeconomics. The MIT Press, Cambridge, MA, 1993.
- BP Amoco Statistical Review of World Energy. 1992–2001. June.
- BP Statistical Review of World Energy. 2008. June.
- Brown A. C. Oil, God and Gold. The Story of Aramco and the Saudi Kings. A Mark Jaffe Book. Houghton Mifflin Company. Boston, 1999.
- Centre for Global Energy Studies. Oil Price Management: Why OPEC Needs a Real Gulf Crude Market // *Oil&Gas Journal*. 2000. June 12. P. 92–98.
- Clarke D. Empires of Oil. Profile Books, London, 2007.
- Debelle G. Inflation Targeting and Output Stabilization/Research Bank of Australia, Research Discussion Paper, 1999–2008.
- Emerson S. Recent Oil Price Trends Underscore OPEC's Inwieldy Market Power // *Oil&Gas Journal*. June 12. 2000. P. 89–90.
- Greene D. L., Jones D. W., Leiby P. N. The Outlook for US Oil Dependence // *Energy Policy*. 1998. V. 26. № 1. P. 55–69.
- Lynch M. C. Oil Prices Enter a New Era // *Oil&Gas Journal*. 2001. V. 99. No7. P. 20–24.
- Mishkin F. S. Monetary Policy and Dual Mandate. Speech at Bridgewater College, Bridgewater, Virginia. 2007. April 10.
- Nordhaus W. D., Who's Afraid of a Big Bad Oil Shock // *Brookings Papers on Economic Activity*. 2007. № 2. P. 219–238.